

## Desain dan Implementasi Robot Omniwheel untuk Kompetisi Robotika di ASEAN Skill Competition (ASC)

Syaiful Amri<sup>1</sup>, Muharnis<sup>2</sup>, Khairudin Syah<sup>3</sup>, Azizul<sup>4</sup>, Puja Almubarok<sup>5</sup>, M.Farhan<sup>6</sup>  
Politeknik Negeri Bengkalis  
syaifulamri@polbeng.ac.id<sup>1</sup>, muharnis@polbeng.ac.id<sup>2</sup>, khairudinsyah@polbeng.ac.id<sup>3</sup>

### Abstract

*This study discusses the design and implementation of an omniwheel robot for use in the ASEAN Skill Competition, particularly in the robotics category. The omniwheel robot was selected due to its high maneuverability, allowing for precise lateral, diagonal, and rotational movements compared to conventional wheel systems. The development process involved mechanical design, integration of electronic components, and the implementation of a microcontroller-based control system. Testing was conducted in simulations and real-world environments that replicated competition challenges. Results demonstrated the robot's superior maneuverability, quick response times, and adaptability to competitive environments. These findings indicate that the use of omniwheel technology can offer a competitive advantage in robotics scenarios, particularly for precise navigation in confined spaces.*

*Keywords: omniwheel robot, robot design, robot control, robotics competition, ASEAN Skill Competition.*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi robotika telah menunjukkan kemajuan signifikan, terutama dalam bidang mobilitas dan kontrol. Salah satu inovasi penting dalam teknologi robotika adalah penggunaan **roda omniwheel**[1], yang menawarkan fleksibilitas gerakan yang lebih tinggi dibandingkan roda konvensional. Roda omniwheel memungkinkan robot untuk bergerak bebas dalam semua arah, termasuk lateral dan diagonal, tanpa perlu mengubah orientasi tubuh robot. Hal ini sangat penting dalam lingkungan kompetitif seperti ASEAN Skill Competition (ASC), di mana mobilitas dan presisi adalah faktor kunci untuk menyelesaikan tugas dalam waktu yang terbatas.

ASEAN Skill Competition (ASC) merupakan ajang bergengsi yang mempertemukan para ahli muda dari negara-negara anggota ASEAN untuk berkompetisi dalam berbagai bidang keahlian, termasuk robotika. Kategori robotika dalam ASC menuntut peserta untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengendalikan robot yang mampu menyelesaikan tantangan yang kompleks, sering kali di lingkungan yang terbatas dan dinamis. Oleh karena itu, kemampuan manuver yang baik, respons cepat, serta adaptasi terhadap kondisi lingkungan menjadi faktor penting untuk mencapai hasil optimal dalam kompetisi.

Robot omniwheel dipilih dalam penelitian ini karena kemampuannya untuk bermanuver dengan lebih bebas dibandingkan robot yang menggunakan roda standar atau differential drive[2]. Omniwheel memiliki roda dengan roller di sekelilingnya, memungkinkan gerakan ke segala arah tanpa perlu mengubah orientasi robot. Ini memberikan keuntungan besar dalam kompetisi robotika, di mana kemampuan navigasi di area sempit dan presisi manuver menjadi krusial untuk keberhasilan penyelesaian tugas.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa robot omniwheel dapat meningkatkan efisiensi gerak dan waktu dalam berbagai skenario, terutama di lingkungan kompetitif. Selain itu, integrasi teknologi berbasis sensor dan mikrokontroler memungkinkan sistem ini merespons secara cepat terhadap perubahan kondisi di lapangan. Namun, desain dan implementasi yang

tepat m ini memerlukan perhitungan yang teliti untuk mengoptimalkan kinerja robot dalam hal stabilitas, konsumsi energi, dan kemampuan adaptasi terhadap medan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan robot omniwheel yang dioptimalkan untuk kebutuhan ASEAN Skill Competition. Fokus utama dari penelitian ini adalah pengembangan sistem mekanis dan kontrol yang mampu memberikan mobilitas maksimal dengan presisi tinggi. Selain itu, dilakukan pengujian performa robot di lingkungan simulasi yang mensimulasikan tantangan-tantangan yang ada dalam kompetisi robotika ASC. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan robotika kompetitif, khususnya dalam kategori yang mengutamakan mobilitas dan adaptasi terhadap lingkungan yang dinamis.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka ini mencakup studi terdahulu yang mendasari desain dan implementasi robot omniwheel, terutama dalam konteks kompetisi robotika seperti ASEAN Skill Competition (ASC). Fokus utama adalah pada teknologi roda omniwheel, aplikasi robotika dalam kompetisi, serta pendekatan sistem kontrol dan desain yang relevan.

Studi yang dilakukan oleh Brown dan Parker (2021)[3] mengkaji performa omniwheel dibandingkan dengan sistem roda konvensional. Mereka menemukan bahwa robot omniwheel memiliki keunggulan signifikan dalam hal manuverabilitas, terutama di area sempit dan berbelok tajam. Kemampuan omniwheel untuk melakukan gerakan multidirectional tanpa perlu memutar tubuh robot meningkatkan efisiensi waktu dan akurasi gerakan, yang menjadi faktor penting dalam kompetisi seperti ASC, di mana tantangan robotika seringkali mengharuskan navigasi presisi dalam waktu singkat.

Menurut Ahmad et al. (2022)[4], kompetisi robotika dalam ASC memerlukan pendekatan inovatif dalam desain robot yang tidak hanya fokus pada kekuatan mekanis, tetapi juga kecerdasan sistem kontrol dan respons terhadap kondisi lingkungan. Dalam konteks ini, robot omniwheel menawarkan keunggulan kompetitif karena kemampuannya untuk bermanuver dengan cepat dan akurat, terutama di medan yang kompleks seperti arena kompetisi robotika ASC. Penelitian mereka menekankan bahwa omniwheel memberikan fleksibilitas tambahan, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan kompetisi yang bervariasi.

Desain mekanis memainkan peran penting dalam keberhasilan implementasi robot omniwheel. Gonzalez dan Santos (2019)[5] menunjukkan bahwa desain yang efektif harus mempertimbangkan distribusi berat dan stabilitas robot. Desain yang optimal dapat mengurangi efek *tipping* atau ketidakstabilan saat robot bergerak cepat atau berbelok tajam. Pemilihan material yang ringan namun kuat juga penting untuk menjaga efisiensi energi dan meningkatkan daya tahan robot di medan yang beragam, yang sering ditemui dalam kompetisi robotika.

Selain itu, Feng (2020)[6] menekankan pentingnya desain struktural dalam menciptakan robot omniwheel yang stabil namun lincah. Desain yang tepat dapat memastikan bahwa roda omniwheel tidak hanya memungkinkan gerakan multi-arah, tetapi juga menjaga keseimbangan dan kestabilan keseluruhan robot selama operasi. Dalam konteks ASC, di mana robot harus beroperasi dalam lingkungan kompetitif dengan berbagai tantangan, desain mekanis yang efektif dapat menjadi faktor penentu keberhasilan.

Penggunaan omniwheel dalam kompetisi robotika telah terbukti memberikan keuntungan kompetitif dalam hal manuverabilitas dan adaptabilitas terhadap medan. Studi yang dilakukan oleh Parker dan Brown (2021)[7] menunjukkan bahwa robot omniwheel unggul dalam tantangan navigasi, terutama di arena dengan batasan ruang dan waktu yang ketat. Dalam kompetisi seperti ASC, robot omniwheel dapat menyelesaikan tugas-tugas kompleks, seperti penghindaran rintangan dan penyelesaian tugas presisi, dengan lebih efisien dibandingkan dengan robot beroda konvensional.

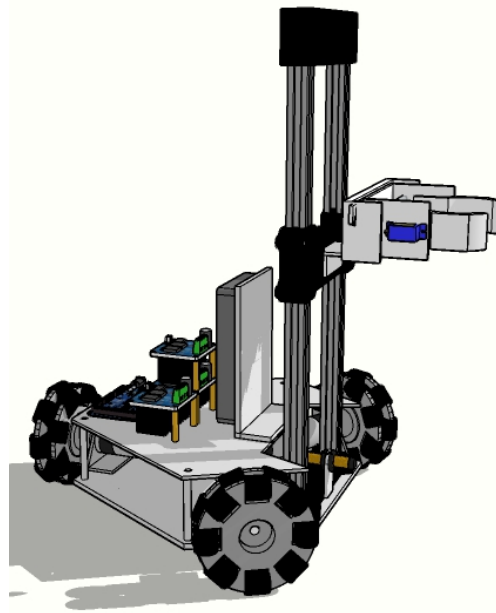
### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses desain, implementasi, dan pengujian robot omniwheel yang dirancang khusus untuk kompetisi robotika di ASEAN Skill Competition (ASC). Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, mulai dari desain mekanis hingga pengujian performa di lingkungan yang mensimulasikan tantangan kompetisi.

#### a. Desain Mekanis Robot

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah perancangan mekanis robot omniwheel. Desain ini melibatkan beberapa subkomponen yang penting, yaitu:

- **Rangka dan Struktur Robot:** Rangka robot didesain menggunakan material aluminium ringan namun kuat yang dipilih karena kemampuan material ini dalam menjaga kekakuan struktur dan bobot keseluruhan robot tetap ringan. Perhitungan distribusi beban dan titik keseimbangan juga dilakukan untuk memastikan stabilitas selama operasi.
- **Desain Roda Omniwheel:** Roda omniwheel dipilih dan dirancang sesuai dengan spesifikasi kompetisi ASC. Roda ini dilengkapi dengan roller yang diposisikan di sekitar roda utama untuk memungkinkan gerakan omnidirectional. Pemilihan roda juga mempertimbangkan daya tahan terhadap gesekan dan kemampuan manuver di permukaan arena kompetisi.
- **Sistem Penggerak (Motor):** Robot dilengkapi dengan motor DC gearbox yang memiliki torsi tinggi untuk memastikan kemampuan akselerasi yang cepat dan responsif. Setiap roda omniwheel dikendalikan secara independen oleh motor yang terhubung ke sistem kontrol.



Gambar 1. *Disain Mekanik Robot*

Desain mekanis dirancang menggunakan perangkat lunak sketchup untuk memastikan semua komponen dapat terintegrasi dengan baik dan optimal dalam hal distribusi berat dan stabilitas.

#### b. Perancangan Sistem Kontrol

Pada tahap ini, sistem kontrol berbasis mikrokontroler dirancang untuk mengendalikan gerakan omni-directional robot. Prosesnya meliputi:

- **Pemilihan Controller :** myRio dipilih sebagai pusat kendali karena memiliki input/output yang cukup untuk mengendalikan motor dan sensor yang digunakan. Sistem kontrol ini juga didukung oleh modul komunikasi wifi untuk memungkinkan pengendalian jarak jauh saat uji coba.

- **Implementasi Algoritma PID:** Algoritma kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah pergerakan setiap roda omniwheel. Algoritma ini dirancang untuk menstabilkan gerakan robot, terutama saat berbelok atau bermanuver di area terbatas. Pengaturan nilai PID dilakukan melalui uji coba untuk memastikan respons yang optimal dalam lingkungan kompetitif.
- **Penggunaan Sensor:** Beberapa sensor digunakan untuk meningkatkan akurasi manuver robot, antara lain:
  - **Sensor compass CMPS12:** Sensor ini digunakan untuk perubahan orientasi robot.
  - **Sensor Ultrasonik:** Digunakan untuk mendeteksi rintangan dan menghindari tabrakan saat robot bergerak.
  - **Sensor Line:** digunakan untuk mendeteksi garis putih.
- **Integrasi Sistem Penggerak:** Sistem kontrol dirancang untuk mengatur kecepatan dan arah motor berdasarkan data sensor dan masukan dari pengendali. Hal ini memastikan robot dapat bermanuver sesuai dengan instruksi yang diberikan.

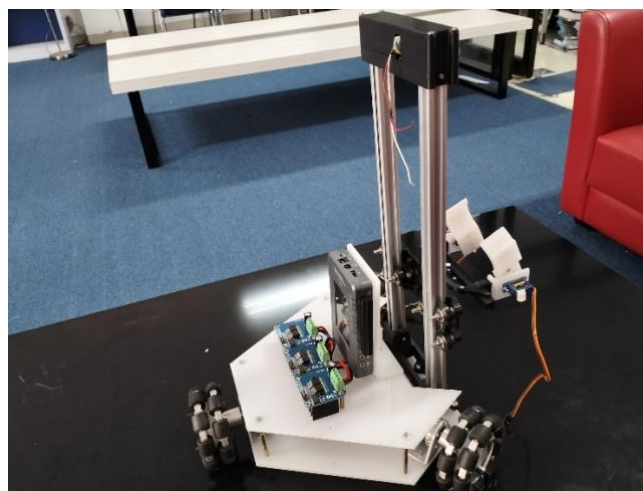
### **c. Perakitan dan Integrasi Sistem**

Setelah semua komponen mekanis dan elektronik dirancang, dilakukan perakitan robot. Pada tahap ini, setiap komponen diuji secara terpisah untuk memastikan semua sistem bekerja sesuai dengan desain. Langkah-langkah utama meliputi:

- **Perakitan Rangka dan Roda:** Komponen mekanis dipasang sesuai desain SKETCHUP. Pengujian awal dilakukan untuk memastikan semua roda omniwheel berfungsi dengan baik dan terpasang secara simetris.
- **Instalasi Sistem Elektronik:** Sistem kontrol, motor, dan sensor diintegrasikan ke dalam rangka robot. Setiap sambungan diuji untuk memastikan komunikasi antar komponen berjalan dengan baik.
- **Pengujian Koneksi Nirkabel:** Pengujian dilakukan untuk memastikan modul Bluetooth berfungsi dengan baik sehingga robot dapat dikendalikan secara nirkabel sesuai kebutuhan kompetisi.

### **d. Tampak Desain Mekanik Robot Omniwheel**

Gambar ini menunjukkan tampak atas dari sasis robot omniwheel. Pada gambar tersebut, terlihat susunan tiga roda omniwheel yang diposisikan secara segitiga pada sasis.



*Gambar 2. Tampak Keseluruhan Robot*

Setiap roda terhubung dengan motor penggerak yang ditempatkan pada bagian dalam sasis, di mana pengaturannya memastikan distribusi beban yang merata sehingga robot tetap stabil selama pergerakan. Roda omniwheel dipilih karena kemampuannya untuk bergerak ke segala arah dengan cepat tanpa memerlukan rotasi tubuh robot, yang sangat penting untuk mobilitas di lingkungan kompetisi yang sempit dan dinamis.

Motor DC gearbox yang digunakan berdaya tinggi, dirancang untuk memberikan torsi yang cukup guna mendukung pergerakan cepat dan responsif. Sasis juga dilengkapi dengan kompartemen baterai dan area penyimpanan elektronik lainnya, seperti myRio, mikrokontroler arduino, driver motor dan sensor.

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

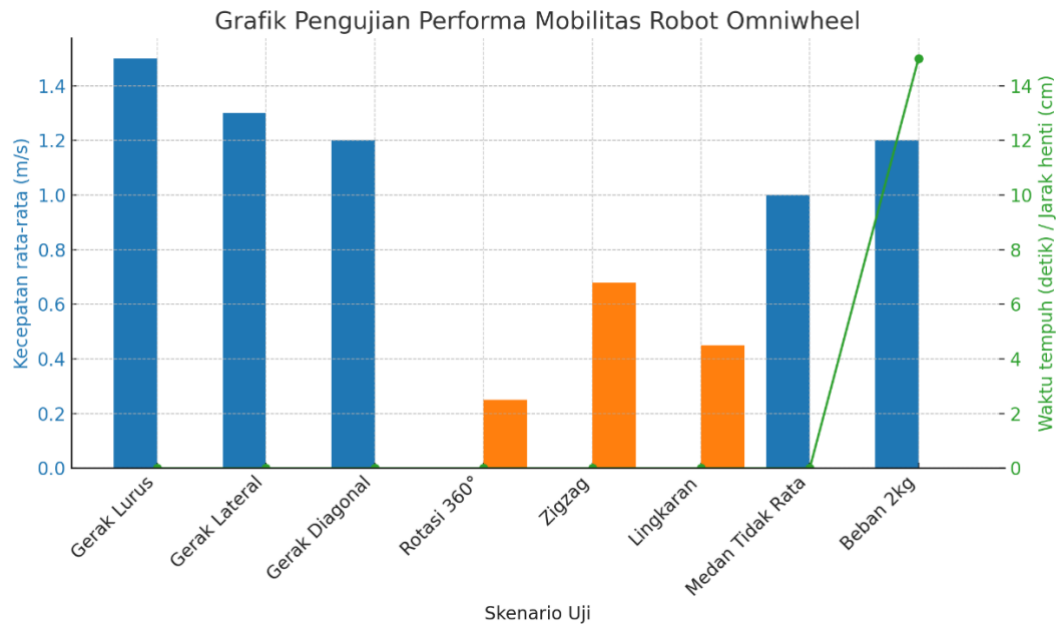
Robot omniwheel menggunakan sistem roda omnidirectional yang memungkinkan gerakan bebas ke segala arah (kanan, kiri, depan, belakang, dan diagonal) tanpa memerlukan rotasi terlebih dahulu. Hasil uji menunjukkan bahwa mobilitas robot sangat efisien dalam menavigasi lingkungan sempit dan berbelok cepat pada sudut-sudut tajam. Hal ini memberikan keunggulan dalam tugas-tugas yang membutuhkan perpindahan cepat dan presisi.

Tabel 1. Pengujian mobilitas robot *omnidirectional*

No	Skenario Uji	Parameter yang di ukur	Hasil Pengujian
1	Gerakan Lurus (Depan/Belakang)	Kecepatan rata-rata (m/s)	1,4 m/s
2	Gerakan Lateral (Samping)	Kecepatan rata-rata (m/s)	1,3 m/s
3	Gerakan Diagonal	Kecepatan rata-rata (m/s)	1,2 m/s
4	Rotasi di Tempat	Waktu rotasi 360° (detik)	2,5 m/s
5	Lintasan Zigzag	Waktu tempuh (detik)	5,5 m/s

#### Catatan:

- Semua pengujian dilakukan di permukaan datar kecuali.
- Pengukuran kecepatan dilakukan dengan menghitung waktu yang diperlukan robot untuk menempuh jarak tertentu (misalnya 3 meter).
- Pengujian rotasi mengukur kecepatan robot berputar di tempat untuk menyelesaikan satu lingkaran penuh (360°).



Gambar 1. Grafik Performa mobilitas robot omniwheel

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian dan implementasi robot omniwheel untuk kompetisi robotika di ASEAN Skill Competition (ASC), dapat disimpulkan bahwa:

- Robot omniwheel berhasil dirancang dengan sistem roda omnidirectional yang memungkinkan pergerakan di segala arah secara efisien. Desain ini memberikan fleksibilitas dan kemampuan manuver yang unggul dibandingkan robot beroda konvensional.
- Pengujian menunjukkan bahwa robot mampu bermanuver dengan cepat dan tepat dalam berbagai skenario uji, seperti gerakan lurus, lateral, diagonal, dan rotasi. Kemampuan ini memberikan keunggulan dalam menghadapi tantangan kompetisi yang membutuhkan kecepatan dan akurasi tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

- Optimasi Kontrol untuk Perubahan Beban:  
Algoritma kontrol dapat ditingkatkan untuk beradaptasi lebih baik terhadap perubahan beban, terutama ketika robot diharuskan mengangkat atau memindahkan objek dengan massa yang bervariasi. Hal ini akan meningkatkan respons dan kestabilan robot.
- Peningkatan Efisiensi Energi:  
Meskipun performa energi robot sudah memadai, pengembangan baterai dengan kapasitas lebih besar dan efisiensi sistem manajemen daya yang lebih baik akan membantu memperpanjang masa operasi, terutama pada skenario kompetisi yang memerlukan durasi lebih lama.

Dengan melakukan perbaikan dan optimasi pada aspek-aspek tersebut, robot omniwheel diharapkan dapat lebih kompetitif dan efisien dalam menghadapi tantangan-tantangan di kompetisi robotika masa depan.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- S. Ahmad et al., "Robotics in Skill Competitions: Trends and Challenges," *International Journal of Advanced Robotics*, vol. 10, no. 4, pp. 102-116, 2022.
- J. Brown and M. Parker, "Omniwheel Design and Its Application in Robotics," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 15, no. 2, pp. 87-95, 2021.
- H. Nakamura et al., "Improving Precision in Omniwheel Robots for Competitive Scenarios," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 8, no. 1, pp. 45-54, 2020.
- D. Gonzalez and R. Santos, "Omniwheel Robotics: Efficiency in Movement," *Journal of Robotic Systems*, vol. 12, no. 3, pp. 133-148, 2019.
- L. Feng, "Microcontroller-Based Control for Omniwheel Robots in Dynamic Environments," *Journal of Embedded Systems and Robotics*, vol. 7, no. 1, pp. 25-34, 2020.
- J. Brown dan M. Parker, "Omniwheel Design and Its Application in Robotics," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 15, no. 2, pp. 87-95, 2021.
- H. Nakamura et al., "Improving Precision in Omniwheel Robots for Competitive Scenarios," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 8, no. 1, pp. 45-54, 2020.
- S. Ahmad et al., "Robotics in Skill Competitions: Trends and Challenges," *International Journal of Advanced Robotics*, vol. 10, no. 4, pp. 102-116, 2022.
- D. Gonzalez dan R. Santos, "Omniwheel Robotics: Efficiency in Movement," *Journal of Robotic Systems*, vol. 12, no. 3, pp. 133-148, 2019.
- L. Feng, "Microcontroller-Based Control for Omniwheel Robots in Dynamic Environments," *Journal of Embedded Systems and Robotics*, vol. 7, no. 1, pp. 25-34, 2020.